

**Ensayo para la determinación del  
equivalente de arena**

NLT-113/58

1. OBJETO

- 1.1. Este ensayo es un método rápido para determinar un índice representativo de la proporción y características de los finos (tales como arcilla, polvo, etc.) que contiene un suelo granular o un árido fino.

2. APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

- 2.1. Una probeta cilíndrica con un diámetro interior de 32 mm. y unos 430 mm. de altura, graduada hasta 380 mm. de 2 en 2 mm., y un tapón de goma que ajuste en la boca de la probeta.
- 2.2. Un tubo irrigador de latón o cobre de unos 6 mm. de diámetro exterior, cerrado por su extremo inferior en forma de cuña. Tendrá dos agujeros laterales de 1 mm. de diámetro en los lados planos de la cuña, cerca de la punta.
- 2.3. Un recipiente de unos 4 litros de capacidad, con un sifón acoplado consistente en un tapón con dos tubos que lo atraviesan, uno de ellos curvado. El recipiente se sitúa 1,00 m. por encima de la mesa de trabajo.
- 2.4. Un trozo de tubo de goma de unos 5 mm. de diámetro, con una pinza que permita cortar el paso de líquido a través del mismo. Este trozo de goma se usa para unir el tubo irrigador con el sifón.
- 2.5. Una pieza de metal, consistente en una varilla de 450 mm. de longitud que tiene en su parte inferior un pie en forma de cono, con base de 25,4 mm. de diámetro y normal al eje de la varilla; en la superficie de este cono hay tres pequeños tornillos para centrarlo dentro de la probeta (de forma aproximada, ya que el conjunto debe quedar con holgura dentro de la misma). La parte superior de la varilla lleva un peso cilíndrico de forma que el conjunto pese 1 kg. (varilla, pie cónico y peso); consta además la varilla de una pieza que se adapta a la parte superior de la probeta y taladrada en su centro de forma que permita el paso de la varilla y sirva para centrarla en su parte superior.
- 2.6. Una medida de 90 cm.<sup>3</sup> de capacidad.
- 2.7. Un embudo para verter el suelo dentro de la probeta.
- 2.8. Un cronómetro o reloj.

## 2.9. Solución:

### 2.9.1. Solución tipo, compuesta como sigue:

495	gramos	de	cloruro	cálcico	anhidro.
2.240	»	»	glicerina	pura.	
52	»	»	solución	formaldehido	a 40 volúmenes.

Disolver los 495 gr. de cloruro cálcico anhidro en 2 l. de agua. Dejar reposar y filtrar. Añadir los 2.240 gr. de glicerina y los 52 gr. de formaldehido a la solución filtrada, mezclar bien y diluir hasta 4 l. El agua debe ser destilada o natural de buena calidad.

### 2.9.2. Solución de trabajo:

Diluir 90 cm.<sup>3</sup> de solución tipo en agua, hasta 4 l.

## 3. PROCEDIMIENTO

### 3.1. Preparación de la muestra:

3.1.1. De la muestra original, separar la necesaria para el ensayo, según la técnica expuesta en la Norma correspondiente, NLT-101/58, y, en particular, el apartado 3.4.3.

3.1.2. El ensayo del equivalente de arena debe hacerse en suelos o áridos secados a una temperatura de 95 a 120° C. Los ensayos con suelos húmedos dan generalmente valores de equivalentes de arenas más bajos. Se puede ahorrar mucho tiempo, no secando las muestras antes del ensayo, sobre todo en obra. Esto es admisible y los resultados válidos, siempre que queden dentro de los límites fijados por las especificaciones. No obstante, las muestras que por este procedimiento den resultados del equivalente de arena saliéndose de las especificaciones, deben ser ensayadas de nuevo, secándolas previamente.

### 3.2. Ejecución del ensayo:

3.2.1. Cebiar el sifón soplando en el recipiente de la solución por el tubo recto y con la pinza abierta.

3.2.2. Llenar la probeta con la solución de trabajo hasta una altura de unos 10 cm.

3.2.3. Verter dentro de la probeta el contenido de la medida de 90 cc. llena de suelo preparado. Una medida llena contiene un promedio de 110 gr. de suelo suelto. Golpear la parte baja de la probeta varias veces con la palma de la mano, para desalojar las posibles burbujas de aire y ayudar a humedecerse la muestra. Dejar reposar durante diez minutos.

3.2.4. Al cabo de los diez minutos, tapar la probeta y sacudirla vigorosamente de izquierda a derecha, manteniéndola en posición horizontal. Hacer noventa ciclos en unos treinta segundos, usando un recorrido de unos 20 cm. Un ciclo consta de un movimiento hacia la derecha seguido de otro a la izquierda. Para sacudir la muestra a esta velocidad es necesario que el operador mueva los antebrazos solamente, relajando el cuerpo y los hombros.

3.2.5. Quitar el tapón e introducir el tubo irrigador. Lavar el tapón y los lados de la probeta con la solución de trabajo y meter el tubo irrigador hasta el fondo de la misma. Lavar el ma-

terial arcilloso haciéndolo ascender hacia la parte alta de la arena, mientras se mantiene la probeta en posición vertical. Aplicar al tubo irrigador un movimiento suave, ascendente, descendente y de giro entre los dedos de una mano, mientras se gira la probeta con la otra. Cuando el nivel del líquido alcanza la señal de los 38 cm., elevar el tubo irrigador despacio, sin cortar el paso de líquido, manteniendo el nivel del mismo alrededor de dicha señal mientras el tubo esté siendo extraído. Regular el paso de líquido en el momento en que el tubo va a terminar de ser extraído, de forma que cuando lo esté totalmente, el nivel quede en 38 cm. Dejar reposar durante veinte minutos ( $\pm$  quince segundos).

- 3.2.6. Al final de los veinte minutos, leer el nivel de la parte superior de la suspensión de arcilla y anotarlo.
- 3.2.7. Suavemente, bajar la varilla lastrada dentro de la probeta, hasta que descansa sobre la arena. Girar la varilla ligeramente, sin empujar hacia abajo, hasta que uno de los tornillos para el centrado pueda ser visto. Leer el nivel en el centro del tornillo con una aproximación de 2 mm. y anotarlo. Cuando una lectura esté entre dos trazos de la probeta, debe tomarse la superior.

#### 4. RESULTADOS

- 4.1. El equivalente de arena se deduce de la siguiente fórmula:

$$E.A. = \frac{\text{Lectura superficie de la arena}}{\text{Lectura superficie de la arcilla}} \times 100$$

Como equivalente de arena se tomará el número entero más próximo al deducido de la fórmula anterior.

Si el valor del equivalente de arena en una muestra está por debajo del que marcan las especificaciones para dicho material, se harán dos ensayos adicionales en la misma muestra o saco y se tomará el promedio de los tres como equivalente de arena.

#### 5. OBSERVACIONES

- 5.1. Cuando las probetas utilizadas sean de plástico, no se deberán exponer a la luz directa del sol más que lo necesario.
- 5.2. Si el cloruro cálcico ha absorbido agua, puede optarse por secarlo en estufa hasta peso constante o bien preparar una disolución en agua a una densidad de 1,177 (20 % de cloruro cálcico anhidro). De esta disolución tomar 2.480 gr. y sobre ella añadir la glicerina, el formaldehído y el agua hasta 1 l.  
Para comparar un agua de calidad dudosa se hará ensayos con muestras del tipo de suelo de que se trate, utilizando soluciones hechas con el agua dudosa y con agua destilada.
- 5.3. En el caso de áridos que vayan a ser usados en plantas de hormigón asfáltico, para la fabricación de revestimientos bituminosos, el equivalente de arena debe realizarse después de todo el proceso en la planta, excepto el mezclado con el aglomerante bituminoso. Puesto que el árido está generalmente húmedo a la entrada en la

planta y seco después de pasar a través del secador y las cribas, son probables valores más altos del equivalente de arena en las muestras obtenidas en los silos de la planta que en las obtenidas en las pilas de material o en la correa de alimentación. El método de secado en estufa propuesto, sirve para obtener información previa en posibles fuentes de abastecimiento o almacenamiento de material. Los resultados del ensayo obtenidos de esta manera pretenden ser lo más representativos posible de los que se puede esperar de muestras tomadas de los silos de la planta en los que se ha hecho todo el proceso de secado y cribado. Pero quede bien entendido, que el ensayo de materiales antes de la terminación del proceso en la planta, es simplemente para proporcionar al inspector una base de estimación que le permita conocer de forma aproximada los resultados que puede esperar en el material obtenido en los silos de la planta.

- 5.4. El ensayo deberá hacerse en sitio protegido de vibraciones que puedan ser causa de que el material en suspensión sedimente a mayor velocidad de la normal.
- 5.5. Deberá comprobarse la manera de agitar de cada nuevo operador, para asegurarse de que se ajusta a las normas recomendadas. Se trata de completar 90 ciclos, en treinta segundos; esto quiere decir que los 90 ciclos deberán hacerse en un tiempo tan próximo a los treinta segundos como sea físicamente posible. Se ha observado que hay tendencia, sobre todo en operadores nuevos, a medirse meticulosamente los treinta segundos, la consecuencia de esto es que los ciclos se distribuyen irregularmente y la agitación resulta considerablemente más o menos vigorosa que la que pretende el procedimiento de ensayo. Se ha demostrado que la forma en que se realiza la agitación por diferentes operadores puede afectar los resultados de los ensayos efectuados con ciertos materiales. Esto se explica por el grado en que los finos adheridos son erosionados por las partículas gruesas durante la agitación. Cuando sea posible, deben ejecutarse ensayos por duplicado con varios materiales, por operadores nuevos y experimentados, con objeto de poder comparar los resultados.

Referencias: TEST METHOD CALIF. 217-8. 3 enero 1956.